

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/080631 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **C23C 16/455**,  
C30B 25/14

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DAUELSBERG, Martin** [DE/DE]; Kuckhoffstrasse 4, 52064 Aachen (DE). **CONOR, Martin** [IE/DE]; Viktoriastrasse 52, 52066 Aachen (DE). **STRAUCH, Gerhard, Karl** [DE/DE]; Schönauer Friede 80, 52072 Aachen (DE). **KAEPPELER, Johannes** [DE/DE]; Zeisigweg 47, 52146 Wuerselen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050765

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Februar 2005 (23.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: **GRUNDMANN, Dirk usw.**; Rieder & Partner, Corneliusstrasse 45, 42329 Wuppertal (DE).

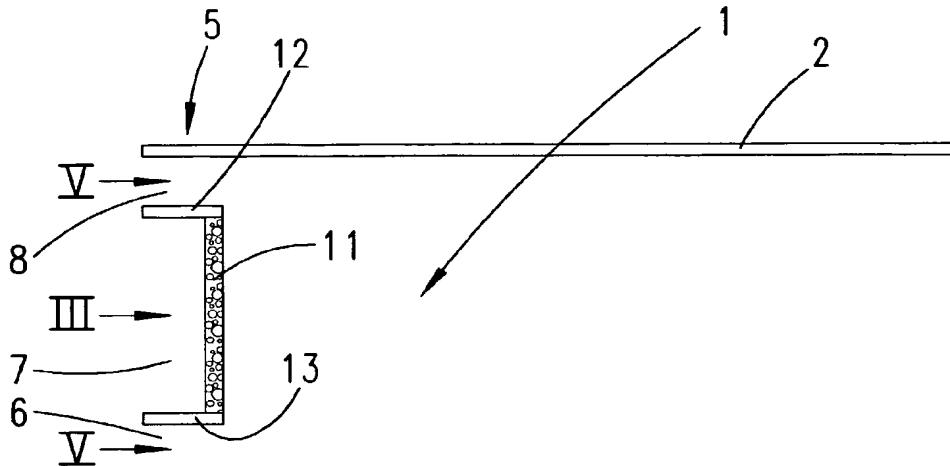
(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 009 130.7  
25. Februar 2004 (25.02.2004) DE

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INLET SYSTEM FOR AN MOCVD REACTOR

(54) Bezeichnung: EINLASSSYSTEM FÜR EINEN MOCVD-REAKTOR



WO 2005/080631 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device for depositing especially crystalline layers on at least one especially crystalline substrate in a process chamber (1) comprising a top (2) and a vertically opposing heated bottom (3) for receiving the substrates (4). A gas-admittance body (5) forming vertically superimposed gas-admittance regions (6, 7) is used to separately introduce at least one first and one second gaseous starting material, said starting materials flowing through the process chamber (1) with a carrier gas in the horizontal direction. The gas flow homogenises in an admittance region (FZ) directly adjacent to the gas-admittance body (5), and the starting materials are at least partially decomposed, forming decomposition products which are deposited on the substrates (4) in a growth region (GZ) adjacent to the admittance region (EZ), under continuous depletion of the gas flow. An additional gas-admittance region (8) of the gas-admittance body (5) is essential for one of the two starting materials, in order to reduce the horizontal extension of the admittance region (EZ).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden insbesondere kristalliner Schichten auf einem oder mehreren insbesondere kristallinen Substraten in einer Prozesskammer (1), welche eine Decke (2) und einen dieser vertikal gegenüberliegenden beheizten Boden (3) aufweist zur Aufnahme der Substrate (4), mit einem Gaseinlassorgan (5), welches vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen (6, 7) ausbildet zum voneinander getrennten Einleiten mindestens eines ersten und eines zweiten gasförmigen Ausgangsstoffes, welche Ausgangsstoffe zusammen mit einem Trägergas die Prozesskammer (1) in Horizontalrichtung durchströmen, wobei sich der Gasstrom in einer unmittelbar an das Gaseinlassorgan (5) angrenzenden Einlasszone (FZ) homogenisiert und die Ausgangsstoffe zumindest teilweise vorzerlegt werden, deren Zerlegungsprodukte in einer sich an die Einlasszone (EZ) angrenzenden Wachstumszone (GZ) unter stetiger Verarmung des Gasstroms auf den Substraten (4) abscheiden. Wesentlich ist eine zusätzliche Gaseinlasszone (8) des Gaseinlassorgans (5) für einen der beiden Ausgangsstoffe, zur Verminderung der horizontalen Erstreckung der Einlasszone (EZ).

### Einlasssystem für einen MOCVD-Reaktor

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Abscheiden, insbesondere kristalliner Schichten auf einem oder mehreren insbesondere kristallinen Substraten in einer Prozesskammer, welche eine Decke und einen dieser vertikal gegenüberliegenden beheizten Boden aufweist zur Aufnahme der Substrate, mit einem Gaseinlassorgan, welches vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen ausbildet zum voneinander getrennten Einleiten mindestens eines ersten und eines zweiten gasförmigen Ausgangsstoffes, welche Ausgangsstoffe zusammen mit einem Trägergas die Prozesskammer in Horizontalrichtung durchströmen, wobei sich der Gasstrom in einer unmittelbar an das Gaseinlassorgan angrenzenden Einlasszone homogenisiert und die Ausgangsstoffe zumindest teilweise vorzerlegt werden, deren Zerlegungsprodukte in einer sich an die Einlasszone angrenzenden Wachstumszone unter stetiger Verarmung des Gasstroms auf den Substraten abscheiden.

Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein Verfahren zum Abscheiden insbesondere kristalliner Schichten auf einem oder mehreren, insbesondere kristallinen Substraten in einer Prozesskammer, welche eine Decke und einen dieser vertikal gegenüberliegenden, beheizten Boden aufweist, auf welchem die Substrate liegen, bei dem durch vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen eines Gaseinlassorganes mindestens ein erster und ein zweiter gasförmiger Ausgangsstoff in die Prozesskammer eingeleitet wird, welche Ausgangsstoffe zusammen mit einem Trägergas die Prozesskammer in Horizontalrichtung durchströmen, wobei sich der Gasstrom in einer unmittelbar an das Gaseinlassorgan angrenzenden Einlasszone homogenisiert und die Ausgangsstoffe zumindest teilweise vorzerlegt werden, deren Zerlegungsprodukte in einer sich an die Einlasszone angrenzenden Wachstumszone unter stetiger Verarmung des Gasstroms auf den Substraten abgeschieden werden.

Eine derartige Vorrichtung bzw. ein derartiges Verfahrens ist aus der DE 100 43 601 A1 bekannt. Diese Schrift beschreibt eine kreissymmetrische Vorrichtung zum Abscheiden, insbesondere III-V-Halbleiterschichten auf III-V-Halbleitersubstraten. Die bekannte Vorrichtung besitzt eine sich in der Horizontalebene erstreckende kreiszylindrische Prozesskammer. Der Boden der Prozesskammer wird von einem beheizten Substrathalter ausgebildet. Auf dem Substrathalter befinden sich in kreisförmiger Anordnung um das Zentrum desselben eine Vielzahl von Substratträgern. Auf jedem dieser Substratträger können ein oder mehrere Substrate angeordnet werden. Die Substratträger sind drehanggetrieben. Die dem Boden der Prozesskammer gegenüberliegende Decke der Prozesskammer kann ebenfalls beheizt sein. Im Zentrum der Decke befindet sich ein Gaseinlassorgan. Dieses ragt bis in die Prozesskammer hinein. Der in die Prozesskammer hineinragende Abschnitt des Gaseinlassorgans ist wassergekühlt. Das Gaseinlassorgan bildet zwei vertikal übereinander liegende Gaseinlasszonen aus. Die unmittelbar über dem Boden angeordnete Einlasszone befindet sich zwischen der Bodenplatte und einer Stirnfläche des Gaseinlassorgans, welche in ihrem Zentrum eine Öffnung hat, aus welcher ein Hydrid zusammen mit einem Trägergas austritt. Bei diesem Hydrid kann es sich um Arsin, Phosphin oder um Ammoniak handeln. Oberhalb dieser Einlasszone befindet sich eine weitere Einlasszone, durch welche ebenfalls gemischt in einem Trägergas ein gasförmiger Ausgangsstoff in die Prozesskammer eingeleitet wird. Bei diesem gasförmigen Ausgangsstoff kann es sich um TMGa, TMIn oder einer anderen metallorganischen Verbindung handeln.

Bei typischen Prozessbedingungen ist der Strom des ersten Ausgangsstoffs, der durch die dem Boden der Prozesskammer benachbarte Gaseinlasszone strömt, erheblich größer als derjenige, der durch die zweite Gaseinlasszone strömt. Auch ist der Ausgangsstoff, der durch die erste Gaseinlasszone strömt, erheblich höher konzentriert als der Ausgangsstoff, der durch die zweite Gaseinlasszone strömt, so dass nicht nur die Geschwindigkeit des durch die erste Gaseinlasszone strömenden Ausgangsstoffs höher ist als die des durch die zweite Gaseinlasszone strömenden Ausgangsstoffs, sondern auch die Konzentration des durch die erste Gaseinlasszone strömenden Ausgangsstoffs höher ist als die des durch die zweite Gaseinlasszone strömenden Ausgangsstoffs.

menden Gases erheblich größer ist als die Geschwindigkeit des durch die zweite Gaseinlasszone strömenden Gases, sondern sich die Dichten der Gase auch erheblich unterscheiden.

In einer sich unmittelbar an das Gaseinlassorgan anschließenden Einlasszone werden die Ausgangsstoffe thermisch teilweise zerlegt. In dieser Zone findet auch eine Homogenisierung der Strömung bzw. eine Homogenisierung der Gasphase statt. Die beiden Ausgangsstoffe müssen sich durchmischen. In einer sich an der Einlasszone stromabwärts anschließenden Wachstumszone befinden sich die Substrate. In dieser Zone nimmt die Gasphasenkonzentration der Reaktanten und insbesondere der III-Komponente mit zunehmendem Abstand vom Gaseinlassorgan ab. Einhergehend mit dieser Gasphasenverarmung sinkt die Wachstumsrate mit wachsendem Abstand vom Gaseinlassorgan. Eine Kompensation zur Vergleichmäßigung des Wachstums ist durch die Rotation der Substratträger gegeben. Diese Gegebenheiten beschreibt die DE 100 57 134 A1.

Die Lage der Grenze zwischen Einlasszone und Wachstumszone wird durch das Maximum der Wachstumsrate bestimmt. Dieses Maximum liegt dort, wo die Vorzerlegung bzw. die Homogenisierung der Gasphase und des Stroms im Wesentlichen abgeschlossen ist und dass die wachstumslimitierende Gruppe III Ausgangsstoffe durch den dichten hochkonzentrierten Gasstrom aus dem unteren Einlass diffundiert sind. Das Maximum soll in Stromrichtung kurz vor dem Beginn der Wachstumszone liegen.

Will man die Leistungsfähigkeit der bekannten Vorrichtung dadurch vergrößern, dass man mehr Substrate gleichzeitig beschichten kann, so muss die Ausdehnung der Wachstumszone vergrößert werden. Gleichzeitig muss aber auch das Angebot der Ausgangsstoffe vergrößert werden. Vergrößert man den Gasstrom der Ausgangsstoffe in die Prozesskammer, so verschiebt sich die Grenze zwischen Einlasszone und Wachstumszone weg vom Gaseinlassorgan. Eine derartige  
VGN 265 098 25057DE drg/rz 20. Februar 2004

ge Vergrößerung der Gaseinlasszone ist aber unerwünscht, da sich in dieser Zone nicht gewünschte Addukte bilden können. Andererseits darf das Maximum der Wachstumsrate aber nicht innerhalb der Wachstumszone liegen, um ein homogenes Wachstum der Schichten auf den Substraten zu gewährleisten. Darüber hinaus bedingt eine Vergrößerung der Einlasszone entweder eine Verkleinerung der Wachstumszone oder die konstruktive Vergrößerung der ganzen Prozesskammer. Letzteres ist aus Kostengründen unerwünscht.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen anzugeben, wie die Nutzfläche in einer Prozesskammer vergrößerbar ist. Diese Vergrößerung soll zudem ohne eine Reduzierung der Packungsdichte der Substrate auf dem Substrathalter möglich sein.

Gelöst wird die Aufgabe durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung.

Der Anspruch 1 sieht zunächst und im Wesentlichen eine zusätzliche Gaseinlasszone des Gaseinlassorganes für einen der beiden Ausgangsstoffe zur Verminderung der horizontalen Erstreckung der Einlasszone vor. Gemäß Vorschlag des Anspruchs 2 soll zur Verminderung der horizontalen Erstreckung der Einlasszone einer der beider Ausgangsstoffe nicht nur durch eine, sondern durch zwei Gaseinlasszonen in die Prozesskammer geleitet werden. Vorzugsweise wird der erste Ausgangsstoff, der durch eine dem Boden der Prozesskammer benachbarte Gaseinlasszone eingeleitet wird, auch durch die zusätzliche Gaseinlasszone eingeleitet. Diese kann der Decke der Prozesskammer benachbart sein. Dies hat zur Folge, dass insgesamt drei Gaseinlasszonen vorgesehen sind. Durch die beiden äußeren, der Decke bzw. dem Boden benachbarten Gaseinlasszonen wird die V-Komponente bzw. das Hydrid in die Prozesskammer eingeleitet. Durch die mittlere, gegebenenfalls mit einer Druckbarriere versehenen Gaseinlasszone wird die III-Komponente in die Prozesskammer eingeleitet. Bei dieser Komponente handelt es sich vorzugsweise um eine metallorganische Verbindung, die in einem

VGN 265 098 25057DE drg/rz 20. Februar 2004

Trägergas, beispielsweise Stickstoff oder Wasserstoff gelöst ist. Auch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung oder beim erfindungsgemäßen Verfahren kann der erste Ausgangsstoff in einer 100 bis 5000fach höheren Konzentration in die Prozesskammer eingeleitet werden, als der zweite Ausgangsstoff. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann einen beheizten Boden aufweisen. Die Decke kann entweder beheizt sein oder nicht beheizt sein. Bevorzugt handelt es sich aber um einen Warmwandreaktor mit beheizten Boden und nicht beheizter Decke. Ferner ist es möglich, dass die vertikale Höhe der dem Boden bzw. der Decke benachbarten Gaseinlasszonen geringer ist als die vertikale Höhe der mittleren Gaseinlasszone. Auch kann die Summe der beiden Höhen der den Boden bzw. der Decke benachbarten Gaseinlasszonen kleiner sein als die Höhe der mittleren Gaseinlasszone. Durch die äußeren Gaseinlasszonen kann das Gas mit einer höheren Strömungsgeschwindigkeit als durch die mittlere Gaseinlasszone strömen. Der Reaktor kann einen drehangetriebenen Substrathalter aufweisen, wie ihn die DE 100 43 601 A1 beschreibt. Der Substrathalter kann in gleicher Weise satellitenartig um das Zentrum des Substrathalters angeordnete Substraträger aufweisen. Insgesamt können sechs Substraträger vorgesehen sein, die in kreisförmiger Anordnung eng aneinanderliegend die kreisförmige Einlasszone umgeben. Die Wachstumszone hat dann eine kreisringförmige Gestalt. Jeder einzelne Substraträger kann insgesamt sieben Substrate tragen. Hierdurch wird eine hohe Packungsdichte erreicht. Das Gaseinlassorgan kann ebenso wie beim Stand der Technik wassergekühlt sein, so dass eine sprunghafte Erwärmung des Prozessgases erfolgt, wenn dieses in die Prozesskammer strömt. Das Einlassorgan ist so gestaltet, dass jede der drei oder mehr Einlasszonen individuell mit Gas versorgt werden kann. Hierzu sind entsprechende Massenflussregler und Ventile vorgesehen. Insbesondere die mittlere Gaseinlasszone, die der metallorganischen Komponente zugeordnet ist, kann eine Druckbarriere besitzen. Diese Druckbarriere kann aus einem porösen Material bestehen. Hierdurch wird eine Rückdiffusion vermieden. Das Gaseinlassorgan kann in bekannter Weise eine rotationssymmetrische Gestalt besitzen, wie beispielsweise in der

VGN 265 098 25057DE drg/rz 20. Februar 2004

DE 100 64 941 A1 beschrieben wird. Der Substrathalter wird beheizt. Er wird mittelst Strahlung und/oder Wärmeleitung erwärmt. Die Wärme zum Beheizen des Bodens kann infrarot erzeugt werden. Eine elektrische Widerstandsbeheizung ist auch möglich.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand beigefügter Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in grob schematischer Darstellung den Querschnitt durch eine Hälfte eines rotationssymmetrischen Reaktors,

Fig. 2 den radialen Verlauf der Wachstumsrate und

Fig. 3 die Draufsicht auf einen Substrathalter mit insgesamt sechs Substraträgern, die jeweils mit sieben Substraten bestückt sind.

Das Ausführungsbeispiel zeigt einen rotationssymmetrischen Reaktor, bei dem die Gase im Zentrum eingeleitet werden und bei dem die Gase im Bereich der Peripherie abgeführt werden. Die Erfindung betrifft aber auch solche Reaktoren, die die Form eines Rohres aufweisen, in welches einendseitig das Gas eingeleitet und anderendseitig das Gas abgeleitet wird.

Wesentlich ist ein Gaseinlassorgan 5. Dieses befindet sich dort wo das Gas in die Prozesskammer eingeleitet wird, also bei einer Prozesskammer 1 mit kreissymmetrischer Gestalt im Zentrum. Das Gaseinlassorgan 5 besitzt drei vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen 6, 7, 8. Die drei Gaseinlasszonen befinden sich zwischen der Decke 2 und dem Boden 3 der Prozesskammer 1.

Im Ausführungsbeispiel wird der Boden 3 mittels geeigneter Mittel aktiv beheizt. Die Decke 2 wird indirekt durch den beheizten Boden 3 mittels Strahlung und

VGN 265 098 25057DE drg/rz 20. Februar 2004

Wärmeleitung erwärmt. Die Wärme zum Beheizen des Bodens 3 kann infrarot erzeugt werden. Es ist aber auch vorgesehen, die Wärme auf die Art und Weise zu erzeugen, wie sie die DE 100 43 601 A1 beschreibt, nämlich durch Hochfrequenz.

Beim Ausführungsbeispiel durchströmt das Prozessgas die Prozesskammer 1 vom Zentrum zur Peripherie. Zum Abscheiden von III-V-Halbleiter werden durch die Gaseinlasszonen 6, 8, die unmittelbar der Decke 2 bzw. dem Boden 3 benachbart sind, die V-Komponenten als Hydride zugeführt. Insbesondere wird durch die Gaseinlasszonen 6 und 8 PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub> oder NH<sub>3</sub> eingeleitet.

Durch die zwischen den äußeren Gaseinlasszonen 6 und 8 angeordnete mittlere Gaseinlasszone 7 wird die metallorganische III-er-Komponente eingeleitet, insbesondere wird hier TMG oder TMI oder einer Al-Verbindung eingeleitet.

Mit der Bezugsziffer 11 ist eine kreisringförmige Druckbarriere aus einem porösen, gasdurchlässigem Material bezeichnet. Durch diese strömt die III-er-Komponente zusammen mit dem Trägergas. Das Gas, welches durch die äußeren Gaseinlasszonen 6 und 8 tritt, ist in Dichte und Massenstrom größer als das Gas, welches durch die mittlere Gaseinlasszone 8 in die Prozesskammer 1 hineinströmt. Die Gaseinflüsse in den Gaseinlasszonen 6, 8 lassen sich unabhängig zu dem Gasfluss in der Gaseinlasszone 7 einstellen.

Mit den Bezugsziffern 12 und 13 sind Stege oder Trennelemente bezeichnet, mit denen die durch die Gaseinlasszonen 6, 7, 8 in die Prozesskammer eintretenden Gase getrennt werden. Die Darstellung erfolgt hier nur schematisch. Es sind selbstverständlich solche Gasführungsmittel, wie Rohre oder Kanäle vorgesehen, die in der Lage sind, die durch die Gaseinlasszonen 6, 7, 8 strömenden Gase voneinander getrennt von einer Gasversorgungseinrichtung den Reaktor zu leiten.

In der Figur 2 ist mit EZ die Einlasszone bezeichnet. Innerhalb dieser Einlasszone mischen sich die aus den Gaseinlasszonen 6 und 8 bzw. 7 in die Prozesskammer eintretenden reaktiven Komponenten. Dies erfolgt im Wesentlichen durch Diffusion. Eine ausreichende Durchmischung ist bis zu der als gestrichelte Linie in der Figur 2 dargestellten Grenze der Einlasszone erreicht. Bis zu dieser Grenze hat sich auch das Strömungsprofil in der Prozesskammer homogenisiert. Die pyrolytisch zerlegbaren Komponenten und insbesondere das schwerer zerlegbare Hydrid, welches durch die Gaseinlasszonen 6 und 8 in die Prozesskammer 1 strömt, haben sich ebenfalls bis zu dieser Grenze teilweise pyrolytisch zerlegt. Die radiale Weite der Einlasszone EZ ist aber so gering, dass eine Addukt-Bildung zwischen den Komponenten in ausreichendem Maß verhindert wird.

Die durchgezogene Kurve in Figur 2 charakterisiert die Wachstumsrate in Abhängigkeit vom Radialabstand vom Zentrum der Prozesskammer 1. Das Maximum 10 der Wachstumsrate  $r$  liegt kurz vor der Grenze der Einlasszone EZ. Im Bereich der sich radial auswärts an die Einlasszone EZ anschließenden Wachstumszone GZ sinkt die Wachstumsrate  $r$  mit zunehmendem radialen Abstand  $R$  ab. Dieses Absinken der Wachstumsrate wird durch die Drehung der in der Figur 3 dargestellten kreisscheibenförmigen Substratträger 9 um ihre eigene Achse kompensiert. Die Substratträger 9 können dabei auf einem Gaspolster lagern und - wie in der DE 100 43 601 A1 beschrieben - über Gastrahlen drehangetrieben werden. Zur Vergleichmäßigung der Schichtdicke über den Substraten 4 dient auch die Rotation des gesamten Substrathalters 3, der vom Boden des Prozesskammer 1 gebildet wird, um die Prozesskammerachse.

Wie aus der Figur 3 zu entnehmen ist, haben die einzelnen Substratträger 4 einen Durchmesser der groß genug ist, um in dichtester Packung 7 2" -Substrate aufzunehmen. Insgesamt sind sechs Substratträger in gleichmäßiger Verteilung um das Zentrum des Substrathalters 3 angeordnet.

Die strichpunktiert dargestellte Kurve in Figur 2 zeigt den Verlauf der Wachstumsrate  $r$  gegenüber dem radialen Abstand  $R$  vom Zentrum der Prozesskammer 1 wie sie beim Stand der Technik verläuft, bei dem ein Gaseinlassorgan verwendet wird, wie es die DE 100 43 601 A1 beschreibt. Durch die zusätzliche Gaseinlasszone 8 für die V-Komponente wandert das Maximum der Wachstumsrate  $r$  zu einem geringeren Radialabstand  $R$ .

Es ist vorgesehen, dass die vertikalen Höhen der Gaseinlasszonen 6 und 8 jeweils gleich groß sind. Durch diese Gaseinlasszonen 6 und 8 sollen vorzugsweise auch dieselben Gasmengen pro Zeit strömen. Die Höhen der Gaseinlasszonen 6, 8 sind geringer als die Höhe der mittleren Gaseinlasszone 7. Insbesondere ist die Summe der Höhen der Gaseinlasszonen 6 und 8 geringer als die Höhe der mittleren Einlasszone 7.

Modellrechnungen bei einer Vorrichtung des Standes (DE 100 43 601 A1) haben gezeigt, dass die unterschiedlichen Dichten und die großen Unterschiede in den Strömungsgeschwindigkeiten der durch die Gaseinlasszonen in die Prozesskammer eintretenden Gase unterhalb der Decke im Bereich der Einlasszone EZ einen Ringwirbel erzeugen. Es wurde beobachtet, dass ein Gasstrom mit einem Gas, welches durch eine zusätzliche an die Decke 2 angrenzende Gaseinlasszone 8 strömt, diesen Wirbel verhindert. Es entsteht ein in Bezug auf die horizontale Mittelebene der Prozesskammer 1 symmetrisches Strömungsprofil im Bereich der Einlasszone EZ, das sich bis zu der gestrichelt dargestellten Grenze zu einem parabolischen Strömungsprofil homogenisiert.

Die Verhältnisse der Höhen von Gaseinlasszone 6, Gaseinlasszone 7 und Gaseinlasszone 8 zueinander beträgt vorzugsweise 4: 15: 4.

Alle offenbarten Merkmale sind (für sich) erfindungswesentlich. In die Offenbarung der Anmeldung wird hiermit auch der Offenbarungsinhalt der zugehörigen/beigefügten Prioritätsunterlagen (Abschrift der Voranmeldung) vollinhaltlich mit einbezogen, auch zu dem Zweck, Merkmale dieser Unterlagen in Ansprüche vorliegender Anmeldung mit aufzunehmen.

**ANSPRÜCHE**

1. Vorrichtung zum Abscheiden insbesondere kristalliner Schichten auf einem oder mehreren insbesondere kristallinen Substraten in einer Prozesskammer (1), welche eine Decke (2) und einen dieser vertikal gegenüberliegenden beheizten Boden (3) aufweist zur Aufnahme der Substrate (4), mit einem Gaseinlassorgan (5), welches vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen (6, 7) ausbildet zum voneinander getrennten Einleiten mindestens eines ersten und eines zweiten gasförmigen Ausgangsstoffes, welche Ausgangsstoffe zusammen mit einem Trägergas die Prozesskammer (1) in Horizontalrichtung durchströmen, wobei sich der Gasstrom in einer unmittelbar an das Gaseinlassorgan (5) angrenzenden Einlasszone (EZ) homogenisiert und die Ausgangsstoffe zumindest teilweise vorzerlegt werden, deren Zerlegungsprodukte in einer sich an die Einlasszone (EZ) angrenzenden Wachstumszone (GZ) unter stetiger Verarmung des Gasstroms auf den Substraten (4) abscheiden, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Gaseinlasszone (8) des Gaseinlassorganes (5) für einen der beiden Ausgangsstoffe, zur Verminderung der horizontalen Erstreckung der Einlasszone (EZ).
2. Verfahren zum Abscheiden insbesondere kristalliner Schichten auf einem oder mehreren, insbesondere kristallinen Substraten in einer Prozesskammer (1), welche eine Decke (2) und einen dieser vertikal gegenüberliegenden, beheizten Boden (3) aufweist, auf welchem die Substrate (4) liegen, bei dem durch vertikal übereinander angeordnete Gaseinlasszonen (6, 7) eines Gaseinlassorganes (5) mindestens ein erster und ein zweiter gasförmiger Ausgangsstoff in die Prozesskammer (1) eingeleitet wird, welche Ausgangsstoffe zusammen mit einem Trägergas die Prozesskammer (1) in Horizontalrichtung durchströmen, wobei sich der Gasstrom in einer unmittelbar an das Gaseinlassorgan angrenzenden Einlasszone (EZ) homogenisiert.

siert und die Ausgangsstoffe zumindest teilweise vorzerlegt werden, deren Zerlegungsprodukte in einer sich an die Einlasszone (EZ) angrenzenden Wachstumszone (GZ) unter stetiger Verarmung des Gasstroms auf den Substraten (4) abgeschieden werden, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verminderung der horizontalen Erstreckung der Einlasszone (EZ) einer der beiden Ausgangsstoffe auch durch eine zusätzliche Gaseinlasszone (8) in die Prozesskammer (1) eingeleitet wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Verfahren nach Anspruch 2 oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Ausgangsstoff, der durch eine dem Boden (3) der Prozesskammer (1) benachbarten Gaseinlasszone (6) eingeleitet wird, auch durch die zusätzliche Gaseinlasszone (8) eingeleitet wird.
4. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Gaseinlasszone (8) der Decke (2) der Prozesskammer (1) benachbart ist.
5. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Ausgangsstoff durch eine zwischen einer dem Boden und einer der Decke benachbarten, mittleren Gaseinlasszone (7) eingeleitet wird.
6. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Ausgangsstoff ein Hydrid, beispielsweise  $A_sH_3$ ,  $PH_3$  oder ein  $NH_3$  ist.

7. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Ausgangsstoff eine metallorganische Verbindung ist.
8. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass das Zerlegungsprodukt des ersten Ausgangsstoffes ein Element der Gruppe V oder VI ist und das Zerlegungsprodukt des zweiten Ausgangsstoffes ein Element der Gruppe III oder II ist.
9. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der erste und/oder der zweite Ausgangsstoff jeweils mittels eines Trägergases durch die ihnen zugeordnete Gaseinlasszone (6, 7, 8) in die Prozesskammer (1) eingeleitet wird.
10. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Ausgangsstoff in einer 100- bis 5000-fach oder 1000 bis 5000-fach höheren Konzentration in die Prozesskammer eingeleitet wird als der zweite Ausgangsstoff.
11. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die vertikale Höhe der dem Boden bzw. der Decke benachbarten Gaseinlasszone (6, 8) geringer ist als die vertikale Höhe der mittleren Gaseinlasszone (7).
12. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass  
VGN 265 098 25057DE drg/rz 20. Februar 2004

die Summe der beiden Höhen der dem Boden bzw. der Decke benachbarten Gaseinlasszonen (6, 8) kleiner ist als die Höhe der mittleren Gaseinlasszone (7).

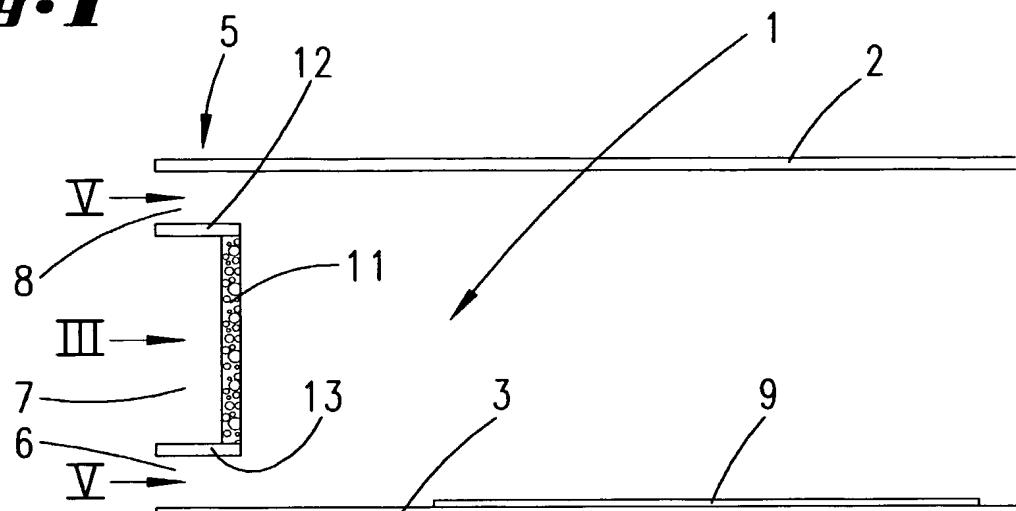
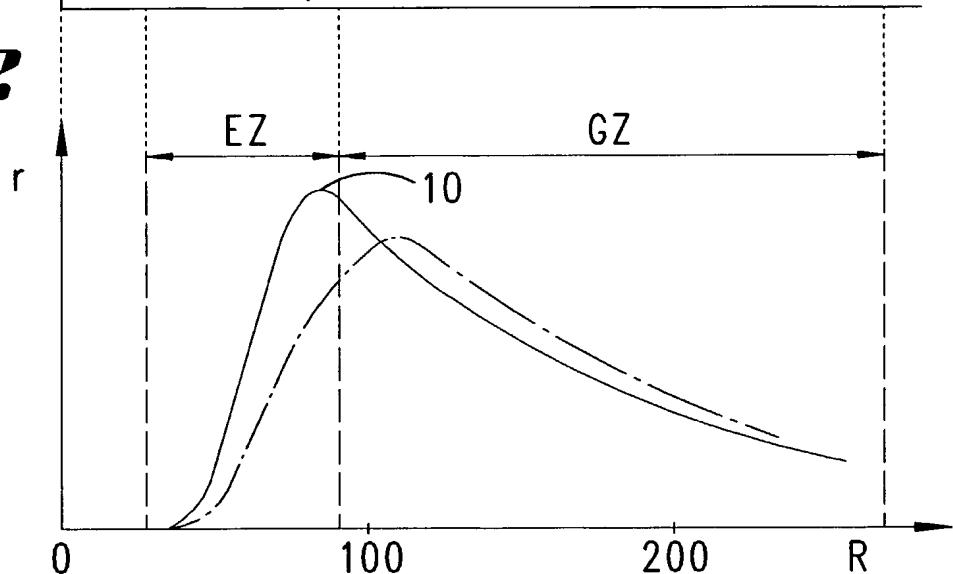
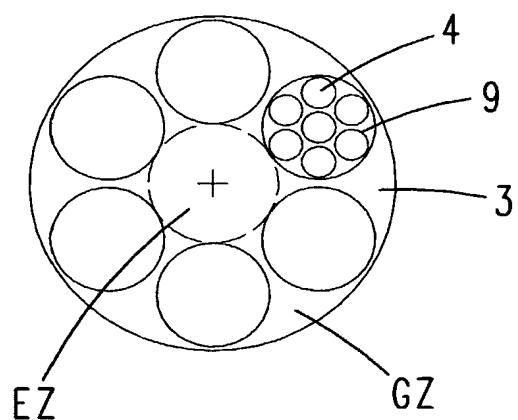
13. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der einen Substrathalter bildende Boden (3) der Prozesskammer (1) von unten beheizt wird.
14. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass die Prozesskammer (1) eine Achssymmetrie aufweist, wobei das Gaseinlassorgan im Zentrum (5) liegt.
15. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass der Substrathalter (3) um das Zentrum der Prozesskammer (1) drehangetrieben wird.
16. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, gekennzeichnet durch eine Vielzahl von in Umfangsrichtung auf dem Substrathalter (3) nebeneinander angeordnete, kreisscheibenförmige Substratträger (9), welche gegenüber dem Substrathalter (3) drehangetrieben sind und ein oder mehrere Substrate (4) tragen.
17. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Substratträger (9) sieben kreisförmige Substrate (4) trägt und insge-

samt sechs oder mehr Substratträger (9) in gleichmäßiger Umfangsverteilung nahe aneinanderliegend dem Substrathalter (3) zugeordnet sind.

18. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet dass die Zone der maximalen Wachstumsrate (10) radial innerhalb der kreisringförmigen Wachstumszone (WZ) im Randbereich der Einlasszonen (EZ) liegt.
19. Vorrichtung oder Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche oder insbesondere danach, dadurch gekennzeichnet dass der Durchmesser der Einlasszone (EZ) geringer ist als die radiale Erstreckung der Wachstumszone (GZ).

***Fig. 1***

1/1

***Fig. 2******Fig. 3***

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 C23C16/455 C30B25/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 C23C C30B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 961 399 A (FRIJLINK ET AL) 9 October 1990 (1990-10-09) column 4, line 17 – column 5, line 11; claims 1-4; figure 1 -----	1-19
X	US 6 218 212 B1 (SAITO TETSUO ET AL) 17 April 2001 (2001-04-17) column 3, line 59 – column 4, line 32 column 6, line 49 – line 67; claims 1-5,16; figure 9 -----	1,2,4,5, 7-10,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 037 (C-1019), 25 January 1993 (1993-01-25) -& JP 04 254493 A (NEC CORP), 9 September 1992 (1992-09-09) abstract; figures 1,2 ----- -/-	1-9,13



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 June 2005

Date of mailing of the international search report

05/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lavéant, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050765

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	DE 102 47 921 A1 (AIXTRON AG) 22 April 2004 (2004-04-22)  paragraph '0015! – paragraph '0024!; claims 1-4,6,13,14; figures 1,2,4 -----	1,2,4, 6-9, 13-19
A	US 2003/177977 A1 (STRAUCH GERD ET AL) 25 September 2003 (2003-09-25) cited in the application paragraph '0015! – paragraph '0022!; claims 1,6; figures 1,3,5-9 -----	1-19
A	US 2004/013801 A1 (BREMSE MICHAEL ET AL) 22 January 2004 (2004-01-22) cited in the application paragraph '0020! – paragraph '0030!; claims 1,5; figures 1-6 -----	1-19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050765

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4961399	A	09-10-1990	FR DE DE EP JP JP KR	2628984 A1 68908927 D1 68908927 T2 0334433 A1 1278497 A 2835338 B2 137876 B1		29-09-1989 14-10-1993 24-03-1994 27-09-1989 08-11-1989 14-12-1998 17-08-1998
US 6218212	B1	17-04-2001	JP JP EP	2722833 B2 4287312 A 0505249 A1		09-03-1998 12-10-1992 23-09-1992
JP 04254493	A	09-09-1992	JP	2850549 B2		27-01-1999
DE 10247921	A1	22-04-2004	AU WO	2003276032 A1 2004035878 A1		04-05-2004 29-04-2004
US 2003177977	A1	25-09-2003	DE AU WO EP JP TW	10064941 A1 8394401 A 0224985 A1 1322801 A1 2004510324 T 555900 B		11-04-2002 02-04-2002 28-03-2002 02-07-2003 02-04-2004 01-10-2003
US 2004013801	A1	22-01-2004	DE AU WO JP TW	10057134 A1 2066602 A 0244445 A1 2004514642 T 574446 B		23-05-2002 11-06-2002 06-06-2002 20-05-2004 01-02-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050765

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 C23C16/455 C30B25/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C23C C30B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 961 399 A (FRIJLINK ET AL) 9. Oktober 1990 (1990-10-09) Spalte 4, Zeile 17 – Spalte 5, Zeile 11; Ansprüche 1-4; Abbildung 1 -----	1-19
X	US 6 218 212 B1 (SAITO TETSUO ET AL) 17. April 2001 (2001-04-17) Spalte 3, Zeile 59 – Spalte 4, Zeile 32 Spalte 6, Zeile 49 – Zeile 67; Ansprüche 1-5,16; Abbildung 9 -----	1,2,4,5, 7-10,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 017, Nr. 037 (C-1019), 25. Januar 1993 (1993-01-25) -& JP 04 254493 A (NEC CORP), 9. September 1992 (1992-09-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	1-9,13
		-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmelde datum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Juni 2005	05/07/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Lavéant, P

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050765

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, X	DE 102 47 921 A1 (AIXTRON AG) 22. April 2004 (2004-04-22)  Absatz '0015! – Absatz '0024!; Ansprüche 1-4,6,13,14; Abbildungen 1,2,4 -----	1,2,4, 6-9, 13-19
A	US 2003/177977 A1 (STRAUCH GERD ET AL) 25. September 2003 (2003-09-25) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0015! – Absatz '0022!; Ansprüche 1,6; Abbildungen 1,3,5-9 -----	1-19
A	US 2004/013801 A1 (BREMSE MICHAEL ET AL) 22. Januar 2004 (2004-01-22) in der Anmeldung erwähnt Absatz '0020! – Absatz '0030!; Ansprüche 1,5; Abbildungen 1-6 -----	1-19

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

 Internationales Aktenzeichen  
**PCT/EP2005/050765**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4961399	A	09-10-1990	FR DE DE EP JP JP KR	2628984 A1 68908927 D1 68908927 T2 0334433 A1 1278497 A 2835338 B2 137876 B1		29-09-1989 14-10-1993 24-03-1994 27-09-1989 08-11-1989 14-12-1998 17-08-1998
US 6218212	B1	17-04-2001	JP JP EP	2722833 B2 4287312 A 0505249 A1		09-03-1998 12-10-1992 23-09-1992
JP 04254493	A	09-09-1992	JP	2850549 B2		27-01-1999
DE 10247921	A1	22-04-2004	AU WO	2003276032 A1 2004035878 A1		04-05-2004 29-04-2004
US 2003177977	A1	25-09-2003	DE AU WO EP JP TW	10064941 A1 8394401 A 0224985 A1 1322801 A1 2004510324 T 555900 B		11-04-2002 02-04-2002 28-03-2002 02-07-2003 02-04-2004 01-10-2003
US 2004013801	A1	22-01-2004	DE AU WO JP TW	10057134 A1 2066602 A 0244445 A1 2004514642 T 574446 B		23-05-2002 11-06-2002 06-06-2002 20-05-2004 01-02-2004